

Zusammenhang zwischen dem S-Wert und dem isohydrischen pH-Wert der Böden

J. DI GLERIA

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Die Menge der von den Böden adsorbierten Kationen (der S-Wert) wird — wie das schon von mehreren Forschern bewiesen worden ist [1, 3] — weitgehend von der Reaktion der zur Bestimmung angewendeten Lösung beeinflusst. Der S-Wert war größer in alkalischem und kleiner in saurem Medium. Weiterhin ist wohl bekannt, daß unter der Einwirkung stark alkalischer und stark saurer Lösungen die natürliche Adsorptionskapazität für Kationen (der T-Wert) der Böden sich irreversibel verändert, die Bodenteilchen lösen sich sogar, infolge einer solchen drastischen Behandlung mehr oder weniger auf.

Bei der Untersuchung der Adsorptionseigenschaften der Böden ist in erster Linie darauf zu achten, daß die auf der Oberfläche der Bodenteilchen ausgebildete Adsorptionsschicht unverändert bleibt und bloß die Vorbedingungen für solche Veränderungen gesichert werden sollen, welche die Untersuchung bezweckt. Die Vorbedingung der einwandfreien Bestimmung der Kationenaustauschkapazität besteht z. B. darin, daß man im Laufe der Untersuchung die sich an der Oberfläche der Bodenteilchen abspielenden protolytischen Reaktionen verhindert. Dem Ziel entsprechend wird der Austausch der vom Boden adsorbierten Kationen mit einer Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung mit isohydrischem pH-Wert ausgeführt, deren Protonenaktivität der Oberfläche der Bodenteilchen gleich ist. Wenn der Boden mit einer solchen Pufferlösung behandelt wird, dann werden alle adsorbierten Kationen gegen Ca-Ionen ausgetauscht, und dabei verändert sich der ursprüngliche S-Wert des Bodens nicht. Wenn man nachher den Überfluß an Pufferlösung entfernt und die Menge der adsorbierten Kationen bestimmt, erhält man unmittelbar den S-Wert des Bodens.

Die sich zwischen den auf der Bodenoberfläche festgelegten Protonen und austauschbaren Kationen und der Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung abspielende Reaktion wird in Abb. 1. dargestellt.

Gegenüber den aktiven Stellen mit negativer Ladung (—) auf den Oberfläche der Bodenteilchen befinden sich positiv geladene Ca-Ionen. Die Menge derselben ist dem S-Wert des Bodens gleich. Die Böden können im allgemeinen als solche Puffersysteme betrachtet werden, in denen der T-S-Wert dem Anteil an freier Säure (Acidoid) und der S-Wert dem des Salzanteils (Saloid) entspricht. Für den Zusammenhang zwischen pH-Wert und den Komponenten eines solchen Puffersystems gilt (ähnlich wie bei Pufferlösungen) folgende Gleichung:

$$\text{pH} = \text{pK} + C \cdot \log \frac{\text{T-S}}{\text{S}} \quad (1)$$

Wenn dem Boden Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung von verschiedener Zusammensetzung zugegeben wird, verändert sich mehr oder weniger die Verteilung der Protonen zwischen Bodenoberfläche und Azetatpuffer in Abhängigkeit von dem Azetat- bzw. Essigsäureanteil in der letzteren. Im Fall eines protolytischen Gleichgewichtes bleibt sie aber unverändert. In diesem Fall ist die Protonenaktivität der Pufferlösung mit derjenigen auf der Oberfläche der Bodenteilchen identisch, d. h. beide besitzen denselben pH-Wert. PURI [4] benannte den pH-Wert der mit dem Boden in protolytischem Gleichgewicht sich befindlichen Pufferlösung als den isohydrischen pH-Wert des Bodens. Ich habe in einer von meinen früheren Veröffentlichungen [2] darauf hingewiesen, daß man für kalkfreie Böden aus dem (isohydrischen) Gleichgewichts-pH, dem T-Wert, weiterhin aus dem Verhältnis der Komponenten der mit dem Boden sich im Gleichgewicht befindlichen Azetat-Pufferlösung die scheinbare Dissoziationskonstante (pK-Wert) des Bodens als Acidoid berechnen kann. Zu diesen Untersuchungen habe ich als Pufferlösung ein Ba-Azetat/Essigsäuregemisch angewendet. Bei Anwendung des Strahlenden Isotopes Ca^{45} läßt sich im Stoffsystem »Boden« und einer Pufferlösung außer der Protonenverteilung zwischen der festen und der flüssigen Phase auch diejenige der Ca-Ionen leicht bestimmen, wenn die Kationen im Boden gegen Kalzium ausgetauscht werden.

Feste Phase	Hydrathülle			Flüssige Phase			
$ \overline{\text{H}} $	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O
	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	OOCCH_3	H_2O	
$ \overline{\text{H}} $	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	OOCCH_3	H_2O	
	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O
	$ \text{Ca}^{2+} $	H_2O	H_2O	H_2O	$ \overline{\text{H}} \text{OOCCH}_3$	H_2O	
	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	$ \overline{\text{H}} \text{OOCCH}_3$	H_2O	
	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O	H_2O

Bodenteilchen

Bodenlösung

Abb. 1.

Protolytisches Gleichgewicht zwischen der Oberfläche der Bodenteilchen und der Azetat-Pufferlösung

Die Untersuchungen wurden wie folgt ausgeführt.

1. Es wurden Ca-Böden mit verschiedenem S-Wert hergestellt. In einen Gooch'schen Tiegel wurde Filtrierpapier mit angepaßtem Durchmesser gelegt und darauf eine abgewogene Menge vom Boden geschüttet. Der Boden wurde mit einem zweiten Filtrierpapierstückchen zugedeckt und darauf kam noch eine Filterscheibe aus Porzellan. Der auf die beschriebene Weise vorbereitete Gooch'sche Tiegel wurde mittels Gummirohr mit einem 60–70 cm langen Glasrohr von demselben Durchmesser verbunden. Das untere Ende des Glasrohrs wurde in destilliertes Wasser getaucht und der Boden von unten befeuchtet. Nachdem die Luft aus den Poren des Bodens verdrängt worden war und

das Wasser über die Porzellanplatte trat, wurde die kleine Apparatur vom Wasser herausgehoben und den Boden durch das Rohr von oben mit Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung gegossen. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt, bis sich der pH-Wert der Pufferlösung nicht mehr beänderte hatte. Die Summe der Azetationen und der Essigsäure betrug in der Pufferlösung 0,1 norm. Das Gleichgewicht zwischen Boden und Pufferlösung stellt sich in 1–2 Tagen ein. Zum Schluß wurde der Boden mit 200 ml destilliertem Wasser und 100 ml neutralem Äthylalkohol gewaschen und an der Luft getrocknet.

Die Menge der austauschbaren Kationen des Ca-Bodens wurde mit einer Isotop Ca^{45} enthaltenden Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung bestimmt. Zu diesen Zweck wurden 50 ml von einer Ca^{45} enthaltenden und mit dem Boden isohydrischen Pufferlösung in ein kleines Gefäß gegossen und die Aktivität (Akt. I) bestimmt. Dann wurde der laut Punkt Nr. 1 hergestellte und getrocknete Ca-Boden zugesetzt, 2 Tage stehen gelassen und während dieser Zeit öfters umgerührt. Nachher wurden die Aktivität (Akt. II) und der Ca-Gehalt (Ca_{fl}) der flüssigen Phase bestimmt. Aus den Meßergebnissen läßt sich der Gehalt des Bodens an austauschbarem Kalzium ($\text{Ca}_{\text{aust.}}$) auf Grund folgender Gleichung berechnen.

$$\text{Ca}_{\text{aust.}} = \frac{\text{Akt. I} - \text{Akt. II}}{\text{Akt. II}} \cdot \text{Ca}_{\text{fl.}}$$

Der Ca-Gehalt in Milligrammen dividiert durch 2 gibt den S-Wert des Bodens an.

2. Der pH-Wert der sich mit dem Boden in Gleichgewicht befinden den Pufferlösung ist dem isohydrischen pH-Wert des Bodens gleich.

3. Der T-Wert des Bodens wird auf die gleiche Weise wie der S-Wert bestimmt, der einzige Unterschied besteht darin, daß man den Boden in diesem Fall mit auf pH 7,8 eingestellter 0,1 norm. Ca-Azetatlösung durchspült. Der Boden wandelt sich infolge dieser Behandlung in Ca-Boden um, d. h. er enthält eine seiner Adsorptionskapazität entsprechende Menge an Kalzium in adsorbierter Form. Der Ca-Gehalt des auf diese Weise behandelten Bodens gibt den T-Wert an. Laut den Ergebnissen eigener Untersuchungen stimmt bei kalkfreien Böden der mit Ca-Azetatlösung (pH 7,8) bestimmte T-Wert mit jenem nach Mehlich gut überein.

Mit der oben beschriebenen Methode wurden vier Böden untersucht.

1. die 0–15 cm Schicht eines sog. schwarzen »Nyírok«-Bodens (schwerer Ton) als »Veszprém 28A« bezeichnet;

2. die 20–50 cm Schicht eines sauren, nicht podsoligen braunen Waldbodens auf Hydroandezit als »Máttra 23« bezeichnet;

3. die 20–45 cm Schicht einer Lessivé — Braunerde auf Andezittuff als »Máttra 8,6« bezeichnet;

4. die 35–50 cm Schicht eines pseudovergleiten braunen Waldbodens als »Apátistvánfalva« bezeichnet.

Aus dem S- und T-Wert und dem isohydrischen pH-Wert der untersuchten Böden habe ich mit der Methode der kleinsten Quadrate die Zahlenwerte der Konstanten in Gleichung (1) berechnet.

Die Untersuchungsdaten und die auf Grund der Gleichung (1) berechneten isohydrischen pH-Werte der Böden wurden in den Tabellen 1–4. zusammengestellt.

Tabelle 1.

**Gemessener und berechneter isohydrischer pH-Wert der aus „Veszprém 28A (0–15 cm)“
hergestellten Ca-Böden mit verschiedenem S-Wert**

Der T-Wert des Bodens beträgt 76.90 mval/100 g. Zahlenwert der Konstanten in der Gleichung (1): $pK = 3.992$, $C = -2.016$

(1) S-Wert mval/100 g	(2) Sättigungsgrad V %	(3)	(4)
		Gemessener	Berechneter
		isohydrischer pH-Wert des Bodens	
75,60	98,4	7,54	7,55
71,70	93,2	6,32	6,29
65,40	85,0	5,50	5,52
61,30	79,8	5,18	5,19
56,80	73,9	4,90	4,90
47,20	61,5	4,40	4,40
34,60	45,0	3,82	3,82

Tabelle 2

**Gemessener und berechneter isohydrischer pH-Wert des aus „Mátza 23 (20–25 cm)“
hergestellten Ca-Böden mit verschiedenem S-Wert**

Der T-Wert des Bodens beträgt 23.72 mval/100 g. Zahlenwert der Konstanten in der Gleichung (1): $pK = 5.227$, $C = -1.386$

(1) S-Wert mval/100 g	(2) Sättigungsgrad V %	(3)	(4)
		Gemessener	Berechneter
		isohydrischer pH-Wert des Bodens	
18,50	69,7	6,10	6,10
13,75	58,1	5,45	5,45
11,25	47,5	5,15	5,16
8,80	37,1	4,87	4,86
5,33	22,5	4,37	4,37
3,96	18,7	4,12	4,12
3,00	12,7	3,90	3,90

Aus den Angaben der Tabellen ist ersichtlich, daß:

1. die bestimmten und berechneten isohydrischen pH-Werte gut übereinstimmen. Eine geringe Differenz ist bloß bei Boden Nr. 4 (»Apátistvánfalva«) in der Region der kleineren pH-Werte aufzufinden. Diese läßt sich mit der geringen Zersetzung des Adsorptionskomplexes erklären.

2. Der Zusammenhang zwischen dem isohydrischen pH-Wert und dem S-Wert der Böden läßt sich im pH-Bereich 3,7–6,1 gut mit der Gleichung (1) beschreiben. Diese ist mit derjenigen analog, welche für Pufferlösungen gilt und den Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und den Komponenten der Lösung bestimmt. Die einzige Differenz zwischen den beiden Gleichungen besteht darin, daß man den Konstanten pK und C in der Gleichung (1) keinen physiko-chemischen Sinn zuschreiben darf, sie dürfen nur als empirische Werte betrachtet werden. Auf diese Tatsache habe ich schon in einer von meinen früheren Veröffentlichungen (2) hingewiesen.

Tabelle 3.

Gemessener und berechneter isohydrischer pH-Wert der aus „Mátra 8.6 (20–45 cm)“ hergestellten Ca-Böden mit verschiedenem S-Wert

Der T-Wert des Bodens beträgt 17.50 mval/100 g. Zahlenwert der Konstanten in der Gleichung (1): $pK = 3.537$, $C = -2.714$

(1)	(2)	(3)	(4)
S-Wert mval/100 g	Sättigungsgrad V %	Gemessener	Berechneter
		isohydrischer pH-Wert des Bodens	
15,60	89,2	6,10	6,01
14,35	82,0	5,25	5,32
13,30	76,0	4,97	4,89
13,50	77,2	4,92	4,97
13,00	74,3	4,70	4,79
11,30	64,6	4,25	4,24
9,35	53,5	3,75	3,70

Tabelle 4.

Gemessener und berechneter isohydrischer pH-Wert der aus „Apátistvánfalva (35–50 cm)“ hergestellten Ca-Böden mit verschiedenem S-Wert

Der T-Wert des Bodens beträgt 24.60 mval/100 g. Zahlenwert der Konstanten in der Gleichung (1): $pK = 3.368$, $C = -3.546$

(1)	(2)	(3)	(4)
S-Wert mval/100 g	Sättigungsgrad V %	Gemessener	Berechneter
		isohydrischer pH Wert des Bodens	
21,15	86,0	6,20	6,16
19,05	77,4	5,22	5,27
18,35	74,6	4,98	5,03
17,80	72,7	4,81	4,85
17,30	70,3	4,65	4,60
14,80	60,2	4,16	4,00
14,00	56,8	3,68	3,80

3. Auf Grund der zahlenmäßigen Ermittlung des Zusammenhanges zwischen dem isohydrischen pH-Wert und dem S-Wert die Berechnung desjenigen pH-Wertes ermöglicht, auf welchen der Boden eingestellt werden soll, um den Sättigungsgrad (V%) desselben auf die vorgesehene Höhe heben zu können. Auf Grund der Gleichung (1) läßt sich weiterhin die zur Erhöhung des V-Wertes benötigte Kalkmenge berechnen.

Zusammenfassung

Kalkfreie Böden wurden mit Ca-Azetat/Essigsäure-Pufferlösung von verschiedenem pH-Wert in Ca-Böden verschiedenen Sättigungsgrades (V%) umgewandelt. Danach wurde mit dem Ca^{45} Isotopen der S- und der pH-Wert dieser Böden bestimmt. Aus den erzielten Meßergebnissen habe ich schließlich die Konstanten einer — den Zusammenhang zwischen dem S-Wert und isohydrischen pH-Wert der Böden darstellenden — empirischen Gleichung berechnet.

Diese Gleichung ist die folgende:

$$\text{pH} = \text{pK} + c \cdot \log \frac{T - S}{S} \quad (1)$$

Die Anwendbarkeit der Gleichung (1) habe ich an vier Böden untersucht.

Die Meßergebnisse geben uns Anlaß zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die gemessenen und berechneten pH-Werte stimmen gut überein.
2. Die Gleichung 1 eignet sich gut zur Beschreibung des Zusammenhanges zwischen dem isohydricen pH-Wert und dem S-Wert der Böden im pH-Intervall 3,7—6,1.
3. Der Zahlenmäßige Zusammenhang zwischen dem isohydricen pH- und dem S-Wert läßt die Berechnung desjenigen pH-Wertes zu, welcher zur Erreichung eines bestimmten Sättigungsgrades des Bodens notwendig ist. Weiterhin läßt sich auf Grund Gleichung (1) die zur Erhöhung des Sättigungsgrades benötigte Kalkmenge berechnen.

Literatur

- [1] ANTIPOV-KARATAEV, I. N., KUZINA, A. S. & FROLOVA, L. A.: Vergleichende Untersuchungen von verschiedenen Methoden zur Bestimmung der adsorbierten Basen. *Z. Pflernähr. Düng.* **25**, 187—195, 1932.
- [2] DI GLERIA, J.: Savanyú talajok protonleadó és protonmegkötő képessége (Über die Fähigkeit der sauren Böden Protonen abzugeben und Protonen festzuhalten.) *Probleme Actuale de Biologie si Stiinte Agricole. Lucrare Dedicata Acad. Prof. G. Ionescu — Sisesti cu Prilejul Implinirii A 75 de Ani.* 465—470, 1960.
- [3] KLIMES-SZNIK, A.: Összehasonlító vizsgálatok a savanyú és meszes talajok adszorpciós komplexusának meghatározására (Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung der Adsorptionskapazität saurer und kalkhaltigen Böden). *Agrokémiai K. I. Évkönyve* 119—139, 1950.
- [4] PURI, A. N. & SARUP, A.: Isohydic pH Value of Soils and its Determination. *Soil Sci.* **46**, 49—56, 1938.

The Relation Between the S and the Isohydic pH Value of Soils

J. DI GLERIA

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Science, Budapest

Summary

Lime-free soils were converted with Ca acetate/acetic acid buffer solution of various pH-values into Ca soils of different saturation degree (V%). Subsequently the S and pH value of these soils were determined with the Ca^{45} isotope. From the results of measurements finally the constant of an empirical equation was calculated which represents the relation between the S and isohydic pH value of the soils.

This equation reads as follows:

$$\text{pH} = \text{pK} + C \cdot \log \frac{T - S}{S} \quad (1)$$

The usefulness of the equation (1) was tested with four soils.

The results of measurements permit to draw the following conclusions:

1. There is a good agreement between measured and calculated pH values.
2. Equation (1) is well suited to describe the relation between the isohydic pH and S value of the soils in the pH interval 3.7 to 6.1.
3. The numerical relation between the isohydic pH and the S value makes it possible to calculate the pH value which is necessary to obtain a certain saturation degree of the soil. Moreover, on the strength of equation (1) the amount of the lime needed to increase the degree of saturation can be calculated.

Table 1. Measured and calculated isohydic pH-value of the Ca soils with different S-values prepared from „Veszprém 28 A (0—15 cm)”. The T-value of the soil is 76.90 mval/100 g. Numerical value of the constants in the equation (1) $\text{pK} = 3.992$, $C = 2.016$. (1) S-value mval/100 g. (2) Saturation degree V%. (3) Measured and (4) calculated isohydic pH-value of the soil.

Table 2. Measured and calculated isohydric pH-value of the Ca-soils with different S-values prepared from „Máttra 23 (20—50 cm)”. The T-value of the soil is 23.72 mval/100 g. Numerical value of the constants in the equation (1): $pK = 5.227$, $C = -1.386$. (1)—(4) see Table 1.

Table 3. Measured and calculated isohydric pH value of the Ca-soils of different S-values prepared from „Máttra 8.6 (20—45 cm)”. The T-value of the soil is 17.50 mval/100 g. Numerical value of the constants in the equation (1): $pK = 3.537$, $C = 2.714$. (1)—(4) see Table 1.

Table 4. Measured and calculated isohydric pH-value of the Ca-soils of different S-values prepared from „Apátistvánfalva (35—50 cm)”. The T-value of the soil is 24.60 mval/100 g. Numerical value of the constants in the equation (1): $pH = 3.368$, $C = 3.546$. (1)—(4) s. Table 1.

Fig. 1. Protolytic equilibrium between the surface of the soil particles and the acetate buffer solution.

Corrélation entre la valeur S et le pH isohydrique des sols

J. DI GLERIA

Institut des Recherches de Pédologie et de Chimie Agricole de l'Académie des Sciences de Hongrie, Budapest

Résumé

Nous avons transformé des sols non calcaires en sols calciques de divers degrés de saturation par traitement avec des solutions tampons acétate de calcium (acide acétique) de divers pH. Puis l'on a mesuré à l'aide de l'isotope Ca^{45} les valeurs S et pH de ces sols.

Ensuite nous avons calculé à partir de ces données, les constantes d'une équation empirique représentant la corrélation entre la valeur S et le pH isohydrique des sols.

Cette équation est la suivante:

$$pH = pK + c \cdot \log \frac{T - S}{S} \quad (1)$$

Nous avons étudié l'applicabilité de l'équation (1) sur quatre sols.

Ses résultats obtenus nous permettent d'en tirer les conclusions suivantes:

1. Les pH mesurés et calculés s'accordent bien.
2. L'équation (1) se prête bien à exprimer le rapport entre le pH isohydrique et la valeur S des sols dans l'intervalle de pH 3,7—6,1.
3. Le rapport numérique entre le pH isohydrique et la valeur S des sols nous permet de calculer le pH nécessaire pour l'obtention d'un certain degré de saturation du sol. A partir de l'équation (1) l'on peut aussi calculer la quantité de chaux nécessaire pour l'obtention d'un certain degré de saturation.

Figure 1. Equilibre protolytique entre la surface des particules de la terre et la solution-tampon à acétate.

Tableau 1. Valeurs pH isohydriques mesurées et calculées des sols de calcium à diverses valeurs S préparés à partir du sol „Veszprém 28 A (0—15 cm)”. Valeur T du sol 76,90 mval/100 g. (1) Valeur S mval/100 g. (2) Degré de saturation V%. (3)—(4) Valeur pH isohydrique du sol mesuré (3) et calculé (4).

Tableau 2. Valeurs pH mesurées et calculées des sols de calcium à diverses valeurs S, préparés à partir du sol „Máttra 23 (20—50 cm)”. La valeur T du sol est 23,72 mval/100 g. Valeurs numériques des constantes dans l'équation (1): $pK = 5,227$, $C = -1,386$. (1)—(4) voire Tabl. 1.

Tableau 3. Valeurs pH isohydriques mesurées et calculées des sols de calcium à diverses valeurs S préparés à partir du sol „Máttra 8,6 (20—45 cm)”. La valeur T du sol est 17,50 mval/100 g. Valeurs numériques des constantes dans l'équation (1): $pK = 3,537$, $C = -2,714$. (1)—(4) voire Tabl. 1.

Tableau 4. Valeurs pH isohydriques mesurées et calculées des sols de calcium à diverses valeurs S préparés à partir du sol „Apátistvánfalva (35—50 cm)”. La valeur T du sol est 24,60 mval/100 g. Valeurs numériques des constantes dans l'équation (1): $pH = 3,368$, $C = 3,546$. (1)—(4) voire Tabl. 1.

Зависимость между величинами „S” и изогидридной pH в почвах

Я. ди-ГЛЕРИЯ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии А. Н. Венгрии, Будапешт

Резюме

Образцы бескарбонатных почв насыщались кальцием до различной степени насыщенности. Изучали как распределяются ионы кальция и водорода в случае равновесия между буферными растворами ацетата кальция, имеющими равную с почвой pH (изогидридная pH)-жидкая фаза и почвами-твердая фаза.

При определении в качестве индикаторного атома применяли изотоп Ca^{45} . Установили, что зависимость между изогидридной pH и величиной «S» почв при pH 3,7—6,1 можно выразить следующей формулой: $\text{pH} = \text{pK} + \text{C} \cdot \log \frac{T - S}{S}$.

Эта формула дает нам возможность вычислять ту величину pH, которую нам необходимо достичь при насыщении почвы до определенной степени.

Табл. 1. Измеренная и вычисленная изогидридная величина pH почвы из Веспрема 28А (0—15 см), насыщенной ионами Са при разных значениях «S». Величина «Т» = 76,90 мг.экв./100 гр. почвы. Численное значение постоянной при равновесии (1): $\text{pK} = 3,992$, $\text{C} = -2,016$. (1) Значение «S» в мг.экв./100 гр. почвы. (2) Степень насыщенности $V_v \%$. (3) Измеренная изогидридная величина pH почвы. (4) Вычисленная величина

Табл. 2. Измеренная и вычисленная изогидридная величина pH почвы из Матра 23 (20—50 см), насыщенной ионами Са при разных значениях «S». Величина «S» = 23,72 мг.экв./100 гр. почвы. Численное значение постоянной при равновесии (1): $\text{pK} = 5,227$, $\text{C} = -1,386$. (1)–(4) относится также и к 1-ой таблице.

Табл. 3. Измеренная и вычисленная изогидридная величина pH почвы из Матра 8,6 (20—45 см), насыщенной ионами Са при разных значениях «S». Величина «Т» = 17,5 мг.экв./100 гр. почвы. Численное значение постоянной при равновесии (1): $\text{pK} = 3,537$, $\text{C} = -2,714$. (1)–(4) см. в табл. 2.

Табл. 4. Измеренная и вычисленная изогидридная величина pH почвы из Апатитванфалва (35—50 см), насыщенной ионами Са при разных величинах «S». Величина «Т» = 24,60 мг.экв./100 гр. почвы. Численное значение постоянной при равновесии (1) $\text{pK} = 3,368$. $\text{C} = -3,546$. (1)–(4) см. в табл. 2.

Рис. 1. Протолитическое равновесие между поверхностью почвенных частиц и ацетатным буферным раствором.